

回転円盤と担体を用いた有機物酸化・硝化・脱窒

西留 清¹ 水元 愛佳¹ 東 拓磨¹ 中原 広貴¹

カセサート大学工学部環境工学科 Narumol Vongthanasunthorn²

積水アクアシステム(株) 上田 明弘³ 黒住 悟³

Organic Oxidation, Nitrification and Denitrification Using RBC and Bio-carrier

Kiyoshi NISHIDOME, Aika MIZUMOTO, Takuma HIGASHI, Hiroki NAKAHARA,
Narumol Vongthanasunthorn, Akihiro UEDA and Satoru KUROZUMI

Bridging was reported as the cause of lower efficiency of BOD removal when a space between disks of the cubic latticed contactor is 10 mm and BOD concentration is higher than 300 mg/l. Objective of this study is to examine removal efficiency of organic matter and nitrogen by the cubic latticed contactor and the fluidized-bed carrier, respectively. Oxidation efficiency of organic matter was compared between a five-disk contactor with a space of 20 mm and a six-disk contactor with a space of 10 mm. Nitrification-denitrification by the fluidized-bed carrier was compared with an activated sludge system. It was found that the wider space between disks of the cubic latticed contactor (20 mm) increased the efficiency in organic removal as it could prevent bridging and promote oxygen transfer into biofilm. Nitrification rate of the fluidized-bed carrier was two times higher than that of the activated sludge system. The removal efficiency of $\text{NH}_4\text{-N}$ of the carriers reached its maximum when $\text{NH}_4\text{-N}$ loading was 900 $\text{g/m}^3/\text{day}$ and decreased drastically when $\text{NH}_4\text{-N}$ concentration exceeded 50 mg/l. Using raw wastewater as a hydrogen donor, removal efficiency of $\text{NO}_2\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$ in the fluidized-bed carrier tank was about 50% while T-N removal efficiency of around 25% was achieved.

Keywords: Rotating biological contactor, Bio-carrier, Organic oxidation, Nitrification, denitrification

1 はじめに

1.1 研究の背景

昔から河川には浄化作用があることはわかってきた。この原理を応用し、人工的に微生物を増殖させ多量の汚水を浄化するプラントを設置し、運転し始めたのは、20世紀初頭である。その後、曝気方法の改良が進み、アメリカ合衆国を中心に1940年代、50年代とつぎつぎに改善された活性汚泥法が開発されるようになった。この結果、活性汚泥法による下水処理は、団地の小プラントから大都市の大処理場、または一部の産業廃水の処理など幅広く使用されるようになった¹⁾。我が国では1930年から活性汚泥法による処理が名古屋で開始され、現在も排水・汚水

の浄化手段として下水処理場、し尿処理場、浄化槽などで広く使用されている。

しかし、活性汚泥法では、当初の設計と比較し活性汚泥処理場へのBOD流入負荷量が設計値より高くなると、処理後の公共用水域への放流水水質基準値を達成できなくなる場合がある。また、生物学的脱窒処理において、アンモニアを硝酸に酸化する硝化細菌は、独立栄養細菌で成長が遅い。このため、活性汚泥だけで窒素を硝化・脱窒処理しようとする、硝化細菌の保持のため、反応槽を十分大きくしなければならない²⁾。用地取得や処理槽の増設をすることでこの問題は解決できるが、多額の費用を必要とする。

このような問題の対策のひとつとして、生物を付着保持する担体を活性汚泥槽に投入する処理法や活性汚泥槽の前処理または後処理に回転円板槽を設けて処理を行う研究が行われてきた。

¹ 土木工学科

² カセサート大学工学部環境工学科

³ 積水アクアシステム(株)

12 研究の目的

このような背景のもと、これまでに筆者らが実験に用いた流動担体は、ソフトロンキューブと呼ばれるS社が開発した担体である。本担体を用いた有機物酸化、硝化、脱窒の回分実験や立体格子状回転円板による処理効率が報告されている^{3),4),5)}。そこで本研究は立体格子状回転円板(図1)と流動床担体を用いた生物学的有機物酸化・硝化・脱窒を連続流で行い、円板性能と硝化性能、脱窒性能を評価し、高度処理施設の実用化への一助とすることを目的とした。立体格子状回転円板実験装置の円板間隔は10mmであり、円板槽内BOD濃度が300mg/l以上になると閉塞(ブリッジング、図2)の影響によりBOD除去量が低下すると報告されている⁶⁾。



図1 立体格子状回転円板

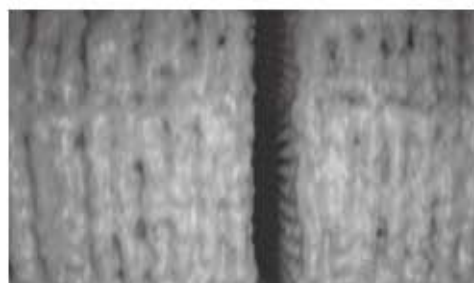


図2 ブリッジングした支持体

このため反応槽内の円板間隔を大きくした場合(円板5枚:円板間隔20mm)と従来型の場合(円板6枚:円板間隔10mm)の排水処理能についての有機物酸化実験を行い、その結果を比較し検討を加えた。

活性汚泥に担体(ソフトロンキューブ)を添加することにより排水処理能(有機物酸化、硝化速度)は高くなるが、連続流での処理性能の定量化が行われていない。そこで、システム1の実験では硝化槽を2槽に分け、それぞれ活性汚泥に担体を添加する槽(汚泥返送なし)と担体を添加しない槽(汚泥返送あり)とし、システム2の実験では硝化槽を2槽に分け、どちらも活性汚泥に担体を添加する槽(汚泥返送なし)として、排水処理能について硝化実験を行いその結果に検討を加えた。脱窒槽においては、担体添加と水素供与体として原排水を用いた脱窒性

能の回分実験による処理性能の確認は行っている⁸⁾。しかし、連続流による反応槽内の担体浮上問題と脱窒性能の定量化が行われていない。そこで、担体添加(汚泥返送なし、反応槽攪拌)による排水処理能について脱窒実験を行い、その結果に検討を加えた。

3 実験装置と実験方法

生物学的有機物酸化・硝化・脱窒を行うため、実験装置は主に有機物酸化を行う回転円板槽、主に硝化を行う担体を添加した槽(担体添加槽)と担体を添加しない槽(担体無添加槽)、担体を添加した脱窒槽を用いた。担体の諸元を表1に示す。硝化槽・脱窒槽の諸元を表2に示す。立体格子状回転円板装置を図5に、諸元を表3に示す。

表1 担体(ソフトロンキューブ) 諸元

材質:ポリオレフィン	大きさ:10×10×10 (mm ³)
空隙率: 96%	セル径: 1.1mm
比表面積: 3000m ² /m ³	真比重: 0.99g/cm ³

表2 硝化・脱窒槽実験装置諸元

	担体槽	脱窒槽
容積	26300cm ³	56000cm ³
担体添加率	容積の20% (5260cm ³)	容積の15% (8400cm ³)
攪拌方法	エアーポンプを使用	水中ポンプ使用

表3 立体格子状回転円板実験装置諸元

	円板6枚	円板5枚
円板槽容積(1槽)	8.12L	8.12L
円板材質	ポリプロピレン	ポリプロピレン
円板枚数	6枚	5枚
円板間隔	10mm	20mm
円板投影面積	0.948m ²	0.707m ²
突起直径	4mm	4mm
突起長さ	5mm	5mm
格子形状	一辺14mmの正方形	一辺14mmの正方形
格子空間	10mmの正方形	10mm正方形
円板直径	0.3m	0.3m
円板体長さ	7.8cm	10.5cm
円板体容積(1槽)	0.00661m ³	0.00742m ³
円板槽形式	直列2槽	直列2槽

本研究は回転円板槽の円板に立体格子状回転円板を使用している。立体格子状回転円板は、運転時表面積が大きい、突起物構造物により酸素供給量が高い、接触効率がよいなどの特徴がある⁹⁾。また本装置は5槽に分割されている。中心槽を流入原水槽と

として用い、右槽が円板5枚（円板間隔20mm）の2槽、左槽が円板6枚（円板間隔10mm）の2槽として用いた。円板5枚の2槽目処理水を担体添加槽に流入させ、6枚の2槽目処理水を担体無添加槽に流入

させた。流入原水は、し尿を主体とする鹿児島高専校内排水を用いた。原水は中心槽から採水し、処理水は各槽の出口から採水した。

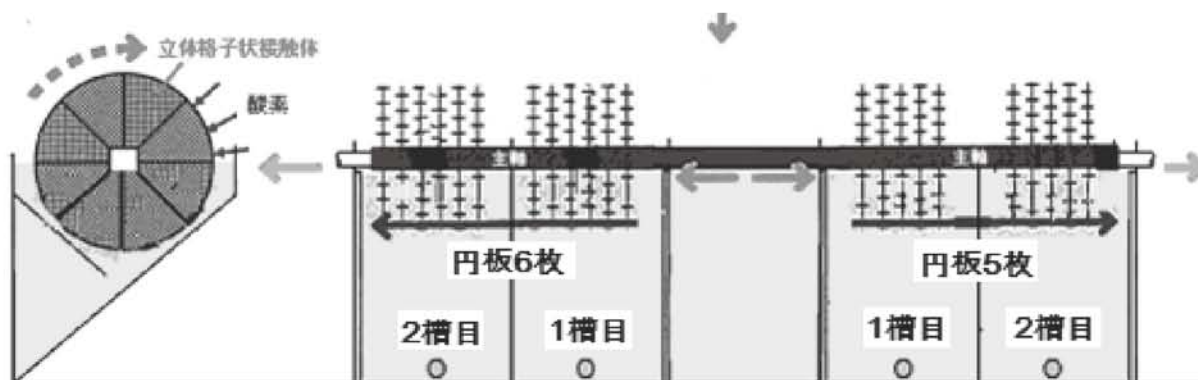


図5 立体格子状回転円板実験装置³⁾

3.1 実験装置(システム1)

硝化槽には担体を容積の20%添加した槽と担体無添加槽の2つを用意し、それぞれエアープンプで曝気を行った。流入水は回転円板槽である程度有機物が処理された処理水を使用し、担体無添加槽には円板6枚槽の、担体添加槽には円板5枚槽の処理水をそれぞれ流入させた。担体を添加した硝化槽流出水は脱窒槽に流入させ、担体無添加槽からは返送汚泥槽（汚泥沈殿槽）に流入させ、通常の活性汚泥法とした。また、返送汚泥量は流入水と等量（返送率100%）とした。脱窒槽には担体を容積の15%添加した。脱窒槽内の攪拌が弱いと、担体が上部に浮き、強すぎると担体に生物が付着しなかったため、ポンプ水量の調節により攪拌を行った。攪拌に伴う大気中からのDO流入を防ぐために、表面を発泡スチロールで覆った。また、水素供与体として排水中の原水を添加した。本実験の原水流入水量は、回分式で行

った脱窒の実験⁵⁾から経験的に脱窒槽流入水量の約25%とした。実験装置(システム1)の全体図を図6に示す。

3.2 実験装置(システム2)

2009年9月より実験装置を一部変更して実験を行った。担体無添加槽と返送汚泥槽（汚泥沈殿槽）を取り外し、硝化槽には担体を容積の20%添加した槽を2つ用意し、担体槽1、担体槽2としてそれぞれ曝気を行った。また、原水にグルコースを添加することにより流入BOD面積負荷量を平均350(g/日/m²)と高負荷で運転を行った。硝化槽の流入水は回転円板槽の円板6枚槽である程度有機物が処理された処理水を流入させ、流出水は担体槽1から担体槽2へ、担体槽2から脱窒槽へ流出させた。脱窒槽の造りはシステム1と同じである。実験装置(システム2)の全体図を図7に示す

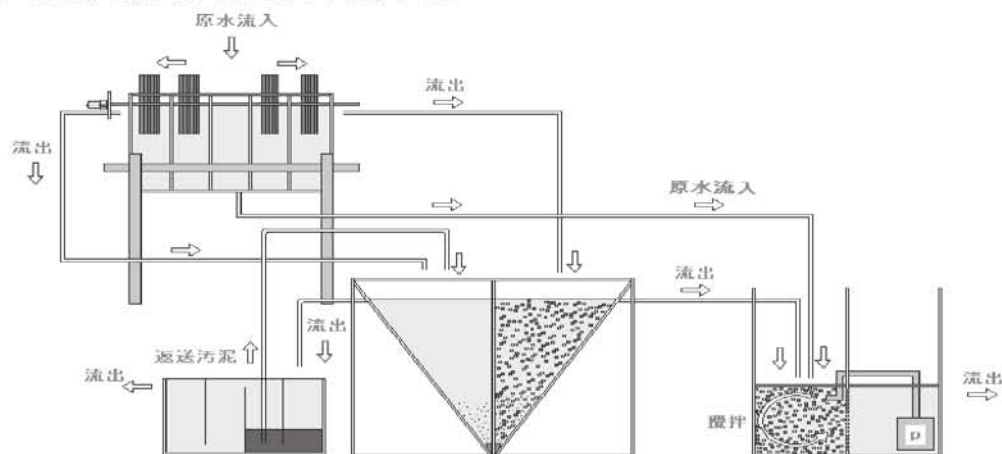


図6 実験装置(システム1)の全体図

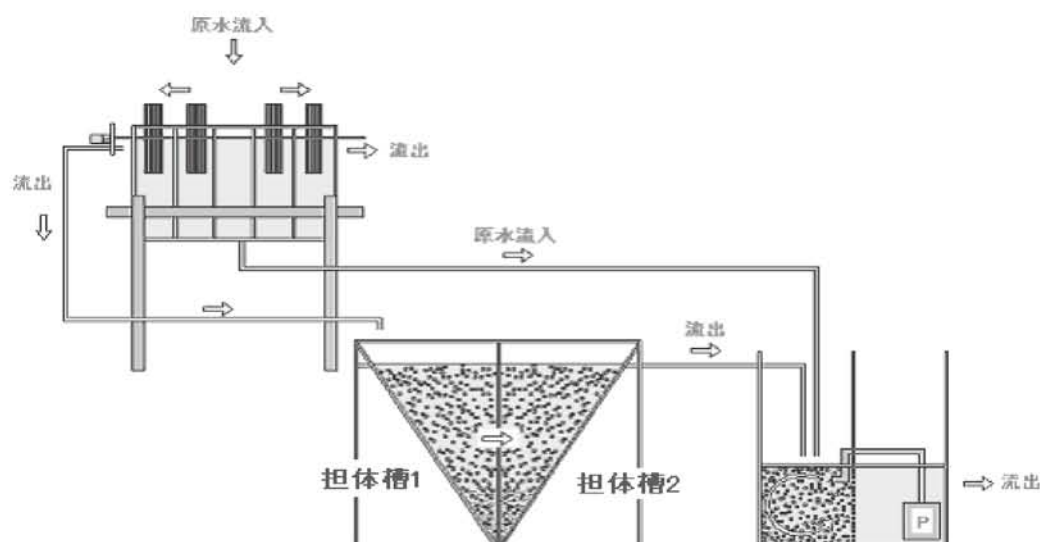


図7 実験装置(システム2)の全体図

4 実験結果

4.1 回転円板法による有機物酸化

4.1.1 システム1における有機物酸化

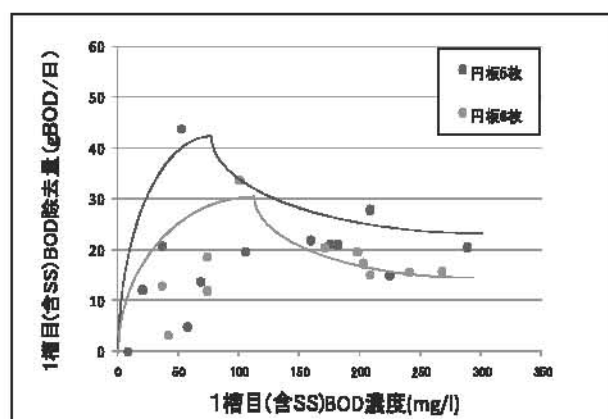


図8 円板1槽(含SS)によるBOD除去量

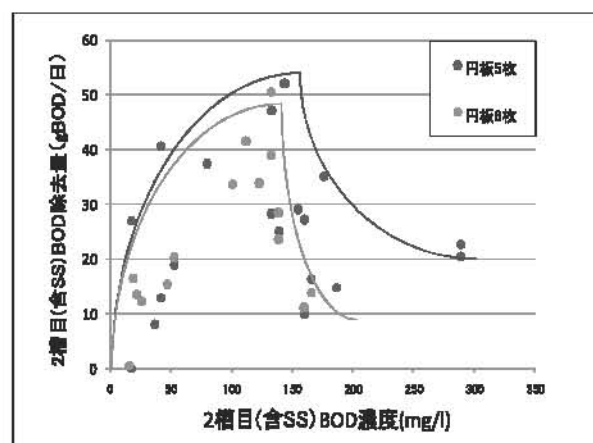


図9 円板2槽(含SS)によるBOD除去量

回転円板槽における有機物酸化実験を行い、図9にSS成分を含んだ円板1槽BOD濃度と円板1槽BOD除去量（流入水量×（円板1槽目流入BOD濃度－円板1槽目流出BOD濃度））との関係を示す。同様に図9に2槽目によるBOD除去量（流入水量×（円板1槽目流入BOD濃度－円板2槽目流出BOD濃度））を示す。図11と図12には、SS成分を含まない（ろ液）BOD濃度と円板1槽、2槽によるBOD除去量を示す。また、それぞれの図中に最適条件でのBOD濃度に対するBOD除去量の線（青線：円板5枚、赤線：円板6枚）を示す。反応槽BOD濃度が高くなると円板枚数の少ない5枚のほうが最大BOD除去量は高い。このことは、円板6枚は円板間隔（円板面と円板面が10mm）が小さく、円板間が生物膜で閉塞（ブリッジング）し、酸素供給能が低くなり（生物膜へ溶存酸素が充分供給されなかった）、BOD除去量が低下したものと考えられる。一方、円板5枚は円板間隔（円

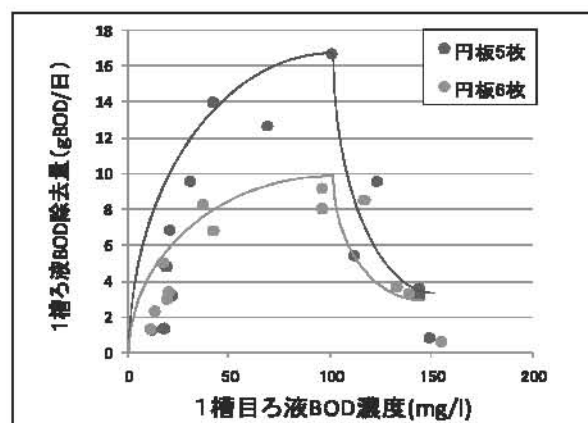


図10 円板1槽(ろ液)によるBOD除去量

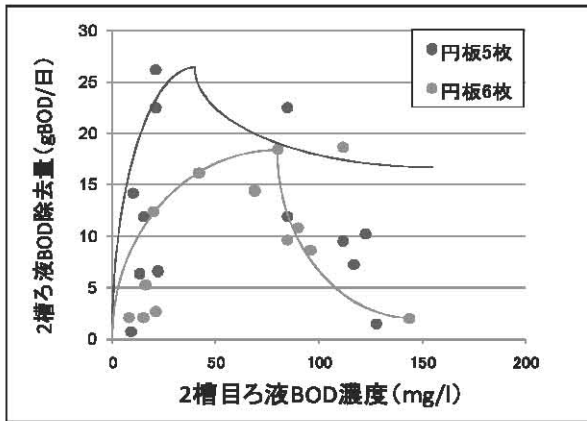


図11 円板2槽(ろ液)によるBOD除去量

板面と円板面が20mm)が大きいため、円板間が生物膜で閉塞されず、生物膜への溶存酸素が充分供給され、BOD除去量が高くなったものと考えられる。平板を用いた一般的な回転円板の間隔は10~40mmであり、平均20mmである⁷⁾。本研究に用いた実装置は、10mmに設定されており、高負荷運転を行う場合、円板間隔を大きくする必要があるものと思われる。

4.1.2 システム2における有機物酸化

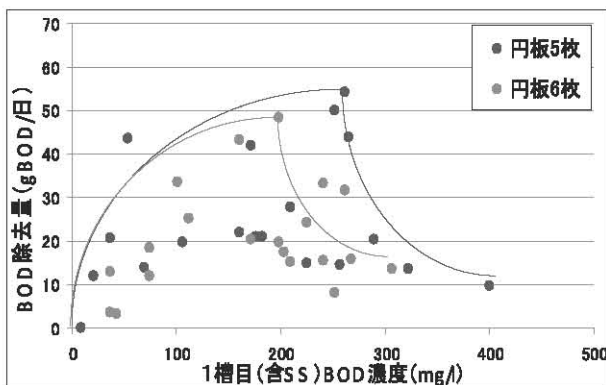


図12 円板1槽(含SS)によるBOD除去量

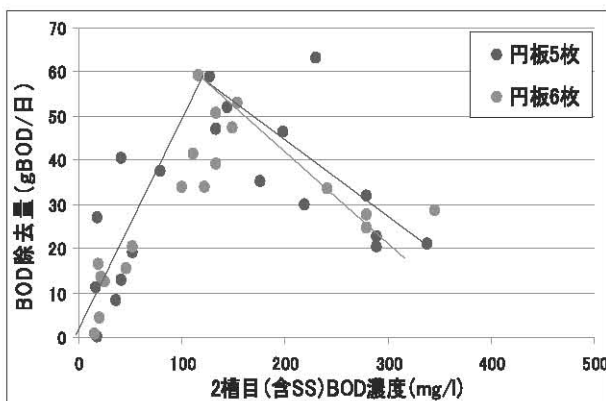


図13 円板2槽(含SS)によるBOD除去量

図12にSS成分を含んだ円板1槽BOD濃度と円板1槽BOD除去量の関係を示す。同様に図13に2槽目によるBOD除去量を示す。高負荷運転を行っているシステム2とシステム1の1槽目を比較すると、システム1は円板5枚と6枚でそれぞれBOD濃度が80mg/l、110mg/lをピークに減少したが、システム2ではBOD濃度が300、200mg/l付近で除去量が最大となり、それ以降の濃度で除去量は減少した。いずれも、円板5枚のほうがBOD濃度が高い領域でも除去量が高いことが分かる。2槽目では、円板5枚と6枚とも液本体BOD濃度が約120mg/l付近でBOD除去量はいずれも最大となり、さほど変わらない。

図14と図15には、SS成分を含まない(ろ液)BOD濃度と円板1槽、2槽によるBOD除去量の関係を示す。1槽目の円板5枚と6枚を比較すると、液本体BOD濃度が約50mg/l付近でBOD除去量はいずれも最大となるが、円板枚数の少ない円板5枚の方がBOD除去量が高く、BOD除去量はシステム1の約2.5倍になった。2槽目は円板5枚と6枚とも液本体BOD濃度が約25mg/l付近でBOD除去量はいずれも最大となり、さほど変わらない。円板1槽目で円板5枚が円板6枚よりもBOD除去量が高いということは、円板間隔を大きくすることで、支持体間が生物膜で閉塞せず生物膜内への酸素供給能が高くなるためと思われる。円板2槽目でBOD除去量がさほど変わらないということは、円板間隔の小さい円板6枚の2槽目は支持体間が生物膜で閉塞せず生物膜内への酸素供給能が高くなったためと思われる。

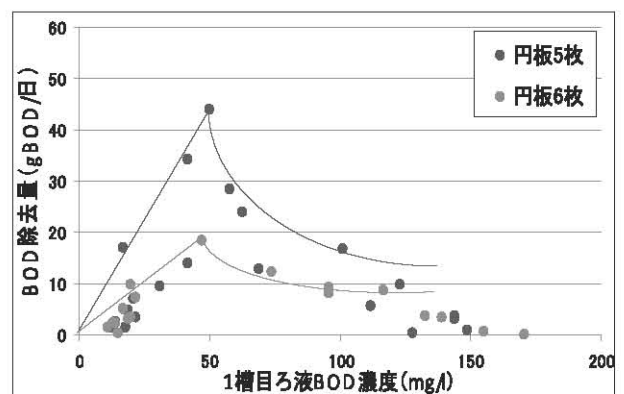


図14 円板1槽(ろ液)によるBOD除去量

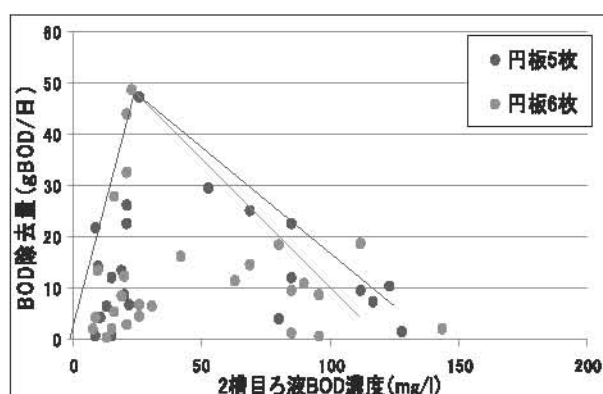


図 15 円板2槽(ろ液)によるBOD除去量

4.2 担体法による硝化

図 16 はシステム 1 における担体付着生物を MLSS 濃度に換算した場合の担体槽の MLSS 濃度と、担体無添加槽の MLSS 濃度を示している。換算した担体槽 MLSS 濃度は 3500–5500mg/l (平均 4000mg/l) となり、担体無添加槽の MLSS 濃度は 200–3500mg/l (平均 1200mg/l) と比較して、高濃度である。図 17 に担体付着微生物濃度の変化を示す。担体 1 は 2009 年 9 月から馴養開始し、担体 2 は 2009 年 4 月より馴養を開始した。平均濃度が担体 1 は 18,000 (mg/l)、担体 2 が 18,500 (mg/l) と高濃度に付着していることがわかる。

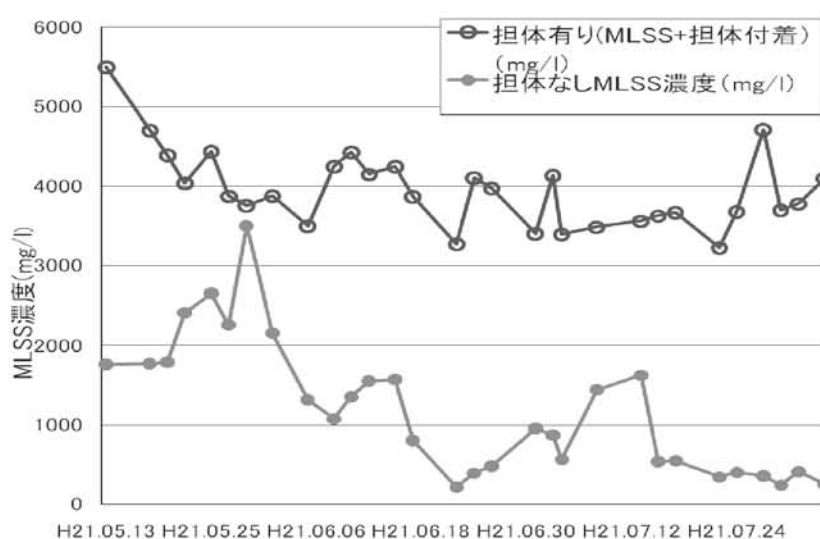


図 16 担体添加槽と担体無添加槽による硝化特性

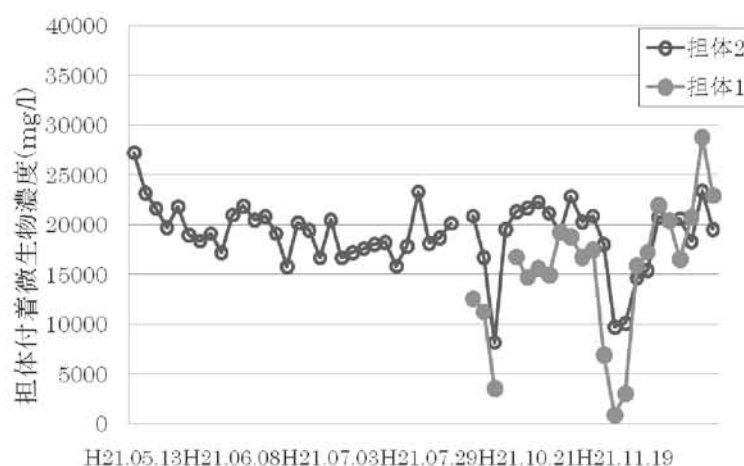


図 17 硝化槽担体付着微生物濃度

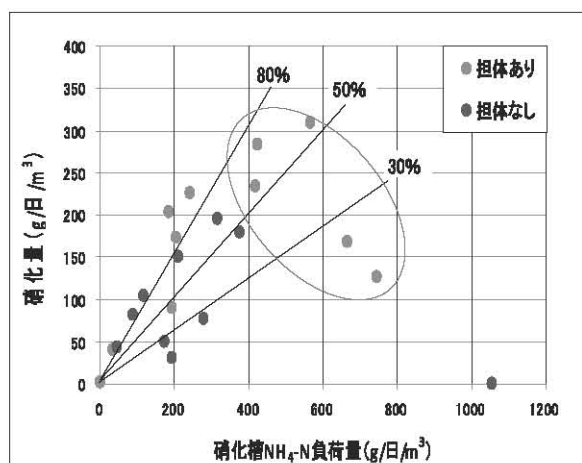


図 18 アンモニア負荷量と硝化量 (システム 1)

図 18 はシステム 1 の担体添加槽と担体無添加槽における、単位容積あたりの $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量と単位容積あたりの硝化量を示している。担体を添加することにより $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量が高い領域で、さらに硝化量が高くなることがわかる。単位容積あたりの硝化量は以下のようにして求めた。

(担体槽内の硝酸体窒素濃度 - 担体槽流入硝酸体窒素濃度) × 流入水量 / 担体槽容積

また、単位汚泥量あたりの硝化量は、担体添加槽が平均 $0.05 (\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}) \text{ g/MLSSg/日}$ となり、担体無添加槽が平均 $0.09 (\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}) \text{ g/MLSSg/日}$ となり、担体無添加槽が担体添加槽より高い値となった。

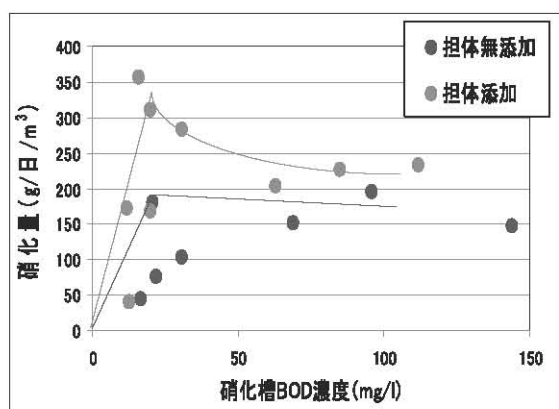


図 20 硝化槽 BOD 濃度に対する硝化量 (システム 1)

図 20 は担体添加槽と担体無添加槽における、BOD 濃度に対する単位容積あたりの硝化量を示している。反応槽の BOD 濃度が約 20 mg/l で硝化量が最大となり、担体を添加することにより最適条件での単位反応槽容積あたりの硝化量は担体無添加槽の約 2 倍となる。反応槽の BOD 濃度が約 20 mg/l 以上になると、増殖速

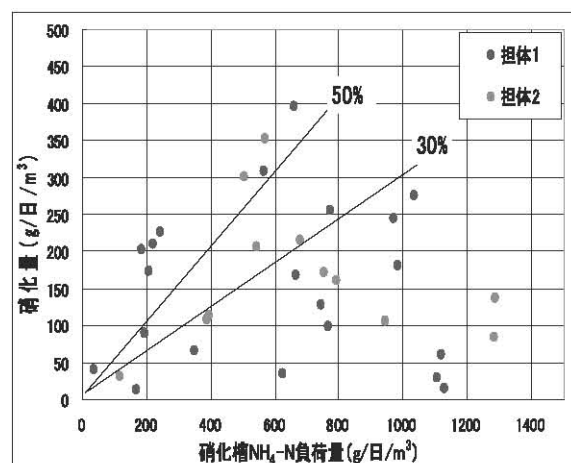


図 19 アンモニア負荷量と硝化量 (システム 2)

お、単位汚泥量あたりの硝化量は、平均硝化量を平均 MLSS 濃度で除した値である。図 19 はシステム 2 における $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量と単位容積あたりの硝化量を示している。担体槽 1、2 ともに $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量が 600 g/日/m^3 で硝化量が最大となるが、負荷量がさらに高い領域でも硝化は起こっている。単位汚泥量あたりの硝化量は、担体槽 1 が平均

$0.03 (\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}) \text{ g/MLSSg/日}$ となり、担体槽 2 が平均で、 $0.05 (\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}) \text{ g/MLSSg/日}$ となった。また、担体 1 槽目のみの硝化率は 24%、2 槽目も合わせると硝化率は 54% となり、2 槽目でさらに硝化が生じていることがわかる。

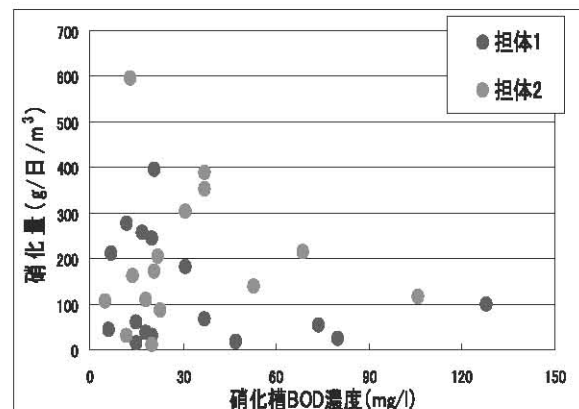


図 21 硝化槽 BOD 濃度に対する硝化量 (システム 2)

度の速い有機物除去の生物種の反応が優占するものと思われ、硝化量は低下している。図 21 は、システム 2 における硝化槽担体 1 槽と 2 槽の BOD 濃度に対する硝化量を表している。システム 1 と同様に BOD 濃度が 20 mg/l 付近で硝化量が最大となり、BOD 濃度が高い領域では硝化量が減少する傾向にある。

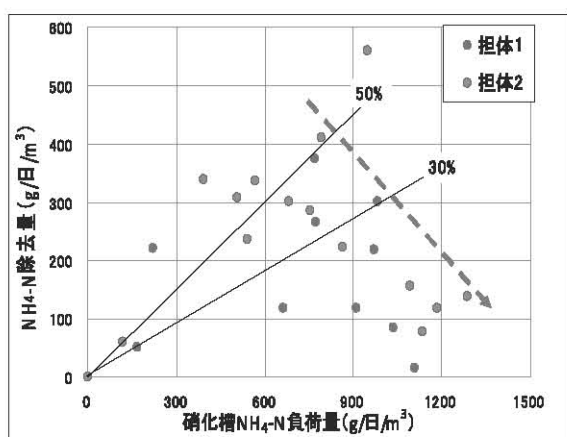


図22 アンモニア負荷量と硝化量
(システム2)

図22は、システム2による担体添加1槽目と2槽目の $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去量と負荷量との関係である。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量を徐々に上げて 900g/日/m^3 で $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去量は最大となった。負荷量が 900g/日/m^3 以上になると液本体の硝酸体も $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度が高くなり、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去量は低下した。図23はシステム2による担体添加1槽目と2槽目の $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去量と液本体BOD濃度との関係である。BOD濃度が高い領域での測定が困難

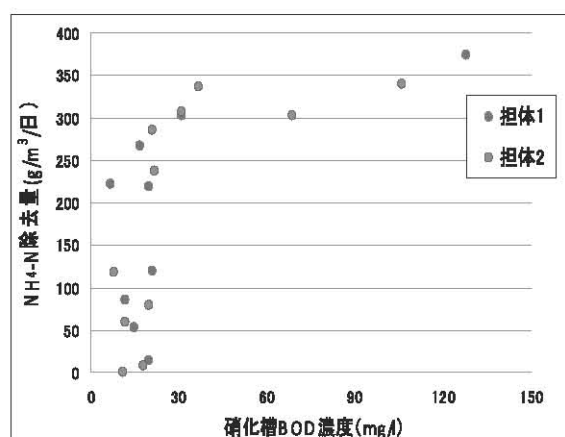


図23 BOD濃度に対する $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去量
(システム2)

であったが、液本体BOD濃度が約 40mg/l で $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去量は最大となり、担体1,2槽目とも同程度の $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去量が得られた。図24はシステム2による担体添加1槽目と液本体 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度との関係である。液本体 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が約 20mg/l 以上で $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去量は低下した。図25はシステム2による担体添加2槽目と液本体 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度との関係である。液本体 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が約 50mg/l 以上で $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去量は急激に低下した。

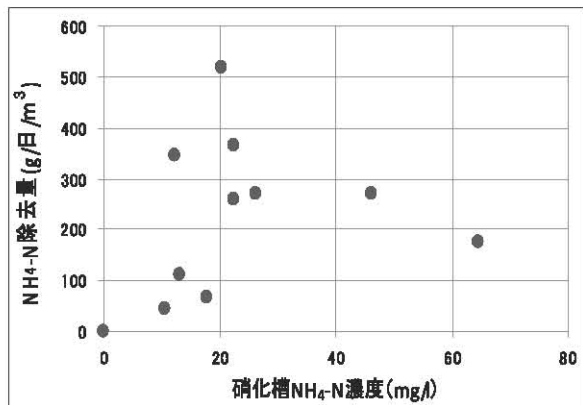


図24 液本体 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と除去量の関係
(システム2 硝化槽1槽目)

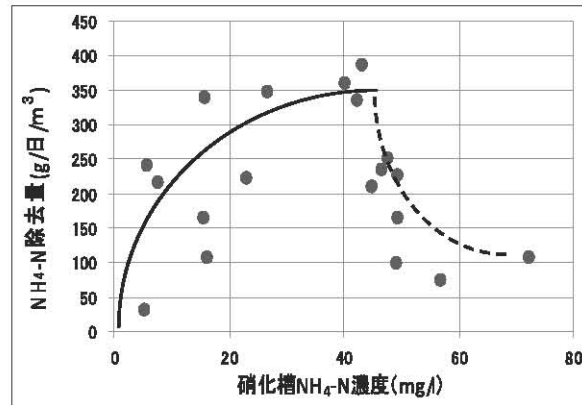


図25 液本体 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と除去量の関係
(システム1,2 硝化槽2槽目)

4.3 担体法による脱窒

図26は、脱窒槽における担体付着微生物濃度とSS濃度の関係である。実験を開始して1ヶ月余りで担体付着菌濃度は $1000\text{--}7000\text{mg/l}$ まで徐々に増加し、平均 10000mg/l まで増加している。脱窒槽流出SS濃度は負荷量を高くしているため平均 275mg/l とシステム1での平均 60mg/l と比較してやや高めだが、担体付着微生物濃度を脱窒槽SS濃度に換算した場合のSS濃度は平均 1500mg/l となった。図27に硝酸

体($\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$)の除去量と負荷量との関係を示す。水素供与体として原水を用いているため安定した脱窒は得られないが、平均して50%は脱窒されている。単位汚泥量あたりの脱窒量は、最高で $0.13(\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N})\text{g/MLSSg/日}$ となった。図28脱窒槽におけるT-N除去量と負荷量との関係である。硝化槽からのT-Nに加え水素供与体として原水を脱窒槽に添加しているため、高いT-N濃度が添加されT-N負荷量は高くなるが、T-N除去率は約20%が得られている。

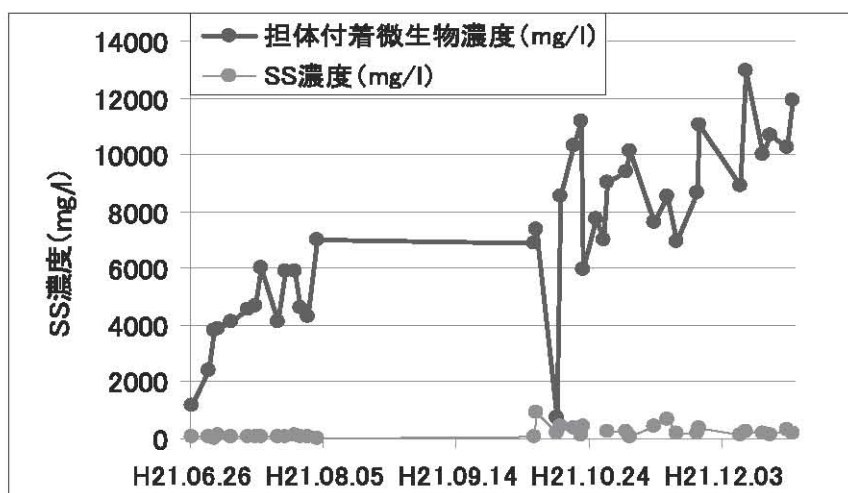


図 26 脱窒槽担体付着菌濃度と SS 濃度

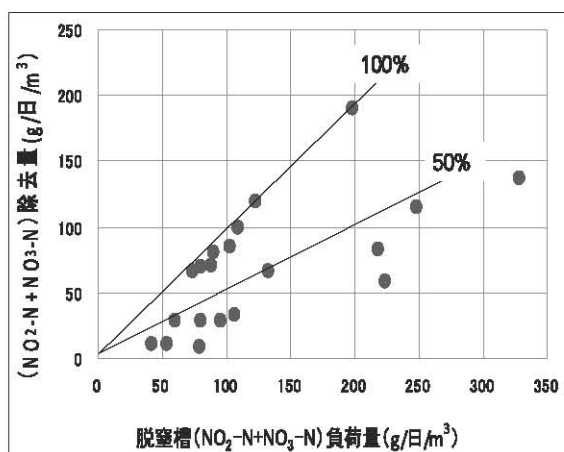


図 27 担体添加による脱窒特性

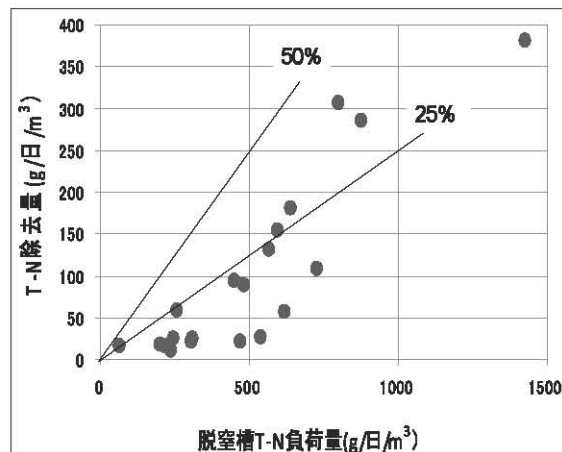


図 28 T-N 負荷量による T-N 除去量

第 5 章 総括

5.1 結論

本研究は回転円板と担体を用いて、有機物酸化・硝化・脱窒を行った。本研究の結論を以下に要約する。

- ① 立体格子状回転円板の円板間隔を広く (20mm) すると BOD 負荷量が高い領域でも閉塞が生じ難くなり、従来の円板間隔 (10mm) の円板体より反応槽 BOD 濃度が高い領域、低い領域とも BOD 除去量が増大する。また、高負荷運転時も同様の結果が得られる。
- ② システム 1 における硝化槽担体付着菌濃度は 16000–27000mg/l (平均 20000mg/l) と安定しており、流出 MLSS 濃度は 10–130mg/l (平均 70mg/l) と低濃度である。担体無添加 (活性汚泥のみ) 硝化槽の MLSS 濃度は 200–3500mg/l (平均 1200mg/l) と不安定である。システム 2 にお

る担体槽担体付着菌濃度は担体槽 1 が平均 18000mg/l、担体槽 2 が 18500mg/l と高濃度に着している。また、流出 MLSS 濃度はそれぞれ平均 170mg/l と 190mg/l となり、低濃度である。

- ③ システム 1 における担体付着生物量を硝化槽 MLSS に換算した濃度は 3500–5500mg/l (平均 4000mg/l) と高濃度である。システム 2 における担体付着生物量を硝化槽 MLSS に換算した濃度は平均で担体槽 1 が 3700mg/l、担体槽 2 が 3800mg/l と高濃度である。
- ④ 担体を添加すると硝化槽アンモニア負荷量が高い領域でも硝化が生じる。
- ⑤ 最適条件化下では、反応槽の BOD 濃度が約 20mg/l で硝化量が最大となり、担体を添加すると単位反応槽容積当たりの硝化量は担体無添加槽の約 2 倍となる。
- ⑥ 主に硝化が生じている担体槽では $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量

900g/日/m³でNH₄-N除去量は最大(除去率50%)となり、それ以上になるとNH₄-N除去量は低下する。

- ⑦ 液本体NH₄-N濃度が約50mg/l以上でNH₄-N除去量は急激に低下する。
- ⑧ 原排水を水素供与体として用いた脱窒槽担体付着菌濃度は10000mg/l付近で安定し、担体付着微生物濃度を脱窒槽SS濃度に換算した場合のSS濃度は平均1500mg/lとなった。脱窒槽流出SS濃度は30-140mg/l(平均60mg/l)と低濃度である。システム2での脱窒槽流出SS濃度は平均275mg/lとやや高めの値であったので、高負荷運転を行う場合は余剰有機物酸化槽と最終沈殿池を設ける必要がある。
- ⑨ 水素供与体として原水を用いた担体添加槽ではNO₂-N+NO₃-Nの脱窒率は約50%となる。
- ⑩ 水素供与体として原水を脱窒槽に添加すると高いT-N濃度が添加され、T-N負荷量は高くなるが、T-N除去量は20%得られる。

5.2 今後の研究課題

今回の実験結果をふまえて、今後行う予定である研究を以下に示す。

- ① 一般的に回転円板法の設計は単位円板面積当たりの基質(BOD、アンモニア等)除去量で表される。立体格子状回転円板は単位円板体積(一枚の円板面積×円板体の長さ)当たりの基質(BOD、アンモニア等)除去量で評価すると、活性汚泥法や円板間隔が異なる場合の評価が可能となる。今後、円板間隔を数種変化させ、単位円板体積当たりの基質除去量を求める予定である。
- ② 脱窒に原水中の水素供与体(有機物)を用いると、初槽の有機物酸化槽の容積が小さくなり、図29の例に示すように担体を活性汚泥槽に添加することにより、有機物酸化・硝化・脱窒の合理的設計法(施設)が可能になるものと思われる。

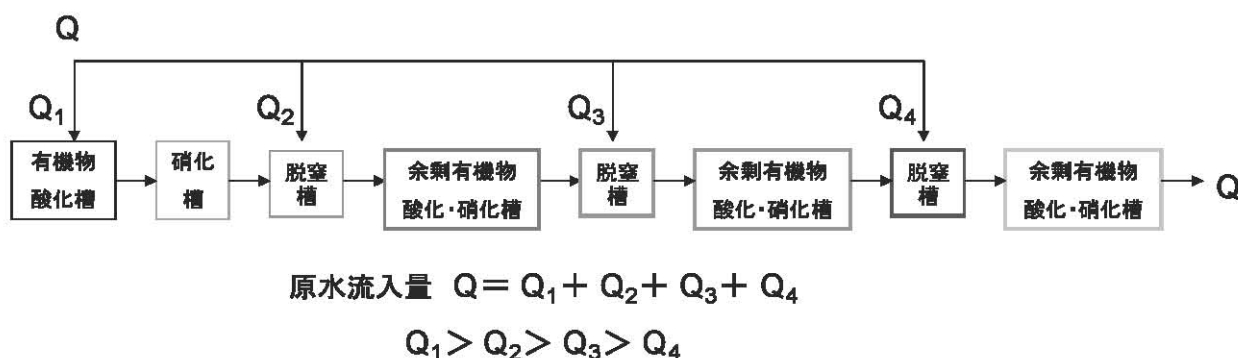


図29 担体法による有機物酸化・硝化・脱窒システム

謝辞

本論文は、積水アクアシステムとの共同研究で平成21年度鹿児島高専土木工学科の環境衛生工学研究室の本科の5年次から専攻科2年次生が行った研究成果をまとめたものである。ここに深謝します。

参考文献

- 1) 西留清、竹之内孝嗣他：多機能性立体格子状回転円板による廃水処理、平成18年度社団法人日本水環境学会九州支部研究発表会、講演概要集 pp. 21~22 (2006)
- 2) 中原広貴、西留清他：ソフトロンキューブ(担体)を用いた有機物酸化と硝化、平成19年度社団法人日本水環境学会九州支部

研究発表会、講演概要集 pp. 21~22 (2008)

- 4) 中原広貴、西留清他：担体を用いた硝化・脱窒、平成20年度社団法人日本水環境学会九州支部研究発表会、講演概要集 pp. 49~50 (2009)
- 5) 松本順一郎：水環境工学 pp. 145~146 (1994)
- 6) 西留清：回転円板法の浄化機構の解明とその効率化に関する研究、佐賀大学大学院工学系研究科システム生産科学専攻学術論文, pp. 6, 10~12, 17 (1998)
- 7) 老江邦雄・芦立徳厚：衛生工学演習, pp. 213 (1992)